



# 時分割表示を利用した高精細裸眼立体ディスプレイとその医療応用

著者	石塚 脩太
発行年	2016
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2015
報告番号	12102甲第7719号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00143396">http://hdl.handle.net/2241/00143396</a>

氏 名	石塚 脩太		
学 位 の 種 類	博 士 ( 工 学 )		
学 位 記 番 号	博 甲 第 7719 号		
学位授与年月日	平成 28 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	時分割表示を利用した高精細裸眼立体ディスプレイとその医療 応用		
主 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	掛谷 英紀
副 査	筑波大学 教授	工学博士	岩田 洋夫
副 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	矢野 博明
副 査	筑波大学 講師	博士 (医学)	大城 幸雄
副 査	筑波大学 助教	博士 (情報科学)	岡田 俊之

## 論 文 の 要 旨

本論文は、時分割表示を利用した高解像度裸眼立体ディスプレイの開発と、高解像度の特徴を生かした医療応用について論じている。

これまで開発されてきた裸眼立体ディスプレイの多くは、眼鏡式立体ディスプレイに比べるとその解像度が著しく低く、医療応用には結びついていなかった。最近、時分割を利用した高解像度裸眼立体ディスプレイが開発されつつあるが、それらは観察位置が制限される、同時に複数人で観察できないなどの問題があった。

これらの問題を解決する手段として、この論文では凸レンズアレイを用いた時分割指向性バックライト式裸眼立体ディスプレイを提案している。同方式の基本原理は既に知られていたものであるが、従来の方式ではクロストークのない視域が小さい、輝度が一様でないなどの問題があり、実用機の製作には至っていなかった。このうち、前者の問題を解決する手段として、本論文の第 2 章ではクロストークのない視域を広げるためのレンズの配置の工夫を行い、その有効性を計算機による光学シミュレーションおよび実機による実験光学系で確かめている。また、後者の問題を解決する手段として、本論文の第 3 章で規則性を抑えた位相ずれを持つレンズアレイと垂直拡散板を組み合わせる手法を提案し、実際に実機を製作してその有効性を確認している。

本論文の第 4 章と第 5 章では、ダイレクトマニピュレーションやタッチレスインタフェースへの応用を想定し、時分割による高解像度立体表示を空中像提示型のディスプレイに拡張することを試みている。空中像提示を行うことで、輻輳調節矛盾を抑え、観察者の手元に違和感のない立体像を提示することが可能になる。第 4 章では、第 2 章と第 3 章で提案した光学系に大口径凸レンズによる結像光学系を組み合わせることで、高解像度の空中像提示を実現する手法を提案し、実機の製作によりその

効果を確認している。第5章では、高解像度2次元ディスプレイの前に、オクルージョンを再現した空中立体像を提示する方法を提案している。この提案方式では、オクルージョンの再現に時分割の原理を用いており、実機の製作によりその効果を確認している。

第6章においては、第2章と第3章で提案した高精細裸眼立体ディスプレイ上に、肝臓手術シミュレータを実装している。3次元版肝臓シミュレータのユーザインタフェースの設計においては、常に立体像の手前にマウスカーソルが提示されるようにするなど、操作上不自然な状態が起きないように工夫を行っている。製作したシミュレータを評価するため、2次元版と提案した裸眼立体ディスプレイを用いた3次元版の両方を医学生に体験させた上で、使用感についてアンケートで回答を求め、3次元版の有用性を示唆する結果を得ている。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

時分割表示は眼鏡式立体表示において古くから知られている手法であると同時に、裸眼立体ディスプレイにおいても既に応用されている事例はあり、その意味で本論文の前半部(2章、3章)の提案については、それほど高い独創性があるとはいえない。しかしながら、種々の細かな工夫を積み上げることによって、裸眼立体ディスプレイでは今までにない、フルハイビジョンクラスの高画質な立体映像を複数人同時に観察可能な実機の製作を行っている点は高く評価できる。さらに、単に実機を製作するにとどまらず、装置上に手術シミュレータを実装し、医学生を対象とした評価実験にまで結びつけている点も高い評価に値する。

また、ダイレクトマニピュレーションやタッチレスインタフェースへの応用を想定した時分割による高解像度立体表示を空中像提示型ディスプレイについては、オリジナリティが認められる。特に、オクルージョンの再現に時分割の原理を用いる手法は、従来にはない考え方で、高い独創性が認められる。ただし、これらの提案手法については、具体的な医療アプリケーションと結びつけるに至っていないのは減点材料である。

加えて、論文のまとめ方や文章構成およびプレゼンテーションについては、改善の余地があると思われる点が少なくない。

以上、不十分な点は残っているものの、研究として評価すべき業績は多数あり、全体として博士の学位を与えるに足るレベルは十分満たしていると考えられる。

### 【最終試験の結果】

平成28年2月8日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。